

Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) - Amandemen 4

(IEC 60364-5-55:2012, MOD)



© BSN 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	iii
550 Pendahuluan.....	1
550.1 Ruang lingkup	1
550.2 Acuan normatif	1
550.3 Definisi.....	3
551 Set pembangkit voltase rendah	4
551.1 Ruang lingkup	4
551.2 Persyaratan umum	5
551.3 Tindakan proteksi: voltase ekstra rendah yang diberikan oleh SELV dan PELV.....	5
551.4 Proteksi gangguan (proteksi terhadap sentuh tak langsung)	6
551.5 Proteksi terhadap arus lebih.....	7
551.6 Persyaratan tambahan untuk instalasi dimana set pembangkit memberikan suplai sebagai alternatif yang dapat disakelar ke suplai normal pada instalasi..	7
551.7 Persyaratan tambahan untuk instalasi jika set pembangkit dapat beroperasi paralel dengan sumber lain termasuk sistem untuk distribusi listrik ke publik	8
551.8 Persyaratan untuk instalasi yang dilengkapi baterai stasioner.....	9
557 Sirkuit bantu.....	10
557.1 Ruang lingkup	10
557.2 Istilah dan definisi.....	10
557.3 Persyaratan untuk sirkuit bantu	11
557.4 Karakteristik kabel dan konduktor – Luas penampang minimum	15
557.5 Persyaratan untuk sirkuit bantu yang digunakan untuk pengukuran.....	15
557.6 Pertimbangan fungsional.....	16
557.7 Keselamatan fungsional	19
557.8 Kompatibilitas elektromagnetis (EMC)	19
559 Luminer dan instalasi pencahayaan	19
559.1 Ruang lingkup	19
559.2 Istilah dan definisi.....	20
559.3 Persyaratan umum untuk instalasi	20
559.4 Proteksi sekeliling terhadap efek termal.....	21
559.5 Sistem perkawatan untuk instalasi pencahayaan.....	21
559.6 Peralatan kendali lampu independen, misalnya ballas	23

SNI 0225:2011/Amd4:2015

559.7	Kapasitor kompensasi	23
559.8	Proteksi terhadap kejut listrik untuk stan pameran untuk luminer	23
559.9	Efek stroboskopik	23
559.10	Lumener yang dipasang di tanah.....	24
Lampiran A (informatif) Penjelasan simbol yang digunakan pada lumener, pada perangkat kendali untuk lumener dan pada pemasangan lumener		25
Bibliography		27
Tabel 557.1 – Luas penampang minimum konduktor tembaga dalam mm ²		15
Gambar 557.1 – Sirkuit bantu disuplai dari sirkuit utama secara langsung		11
Gambar 557.2 – Sirkuit bantu disuplai dari sirkuit utama melalui penyearah		12
Gambar 557.3 – Sirkuit bantu disuplai dari sirkuit utama melalui transformator.....		12
Gambar 557.4 – Konfigurasi sirkuit bantu.....		18



Prakata

Amandemen SNI (Standar Nasional Indonesia) mengenai “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) - Amandemen 4” merupakan amandemen terhadap Bagian 5-55 dari SNI 0225:2011 Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011), dengan mengadopsi secara modifikasi dari standar IEC 60364-5-55 Ed.2.1 (2012-10) “*Electrical Installation of Buildings - Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment –Other equipment*”.

Amandemen dilakukan untuk menjamin kemutakhiran standar terhadap perkembangan standar internasional (IEC).

Standar IEC yang digunakan sebagai acuan dalam standar ini telah diadopsi menjadi SNI sebagai berikut:

1. IEC 60038 Ed.7.0 (2009-06), *IEC standard voltages*, telah diadopsi menjadi SNI IEC 60038:2013, Tegangan standar IEC;
2. IEC 60050-195 Ed.1.0 (1998-08), *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*, telah diadopsi menjadi SNI IEC 60050-195:2014, Kosakata elektroteknik internasional - Bagian 195: Pembumian dan proteksi terhadap kejut listrik;
3. IEC 60050-826 Ed.2.0 (2004-08), *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations*, telah diadopsi menjadi SNI IEC 60050-826:2011, Kosakata Elektroteknis Internasional - Bagian 826: Instalasi Listrik;
4. IEC 60245-3 am2 Ed.2.0 (2011-09), *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 3: Heat resistant silicone insulated cables*, telah diadopsi menjadi SNI IEC 60245-3:2012, Kabel berinsulasi karet – Voltase pengenalan sampai dengan 450/750 V – Bagian 3: Kabel berinsulasi silikon tahan panas;
5. IEC 60364-4-42 Ed.3.0 (2010-05), *Low-voltage electrical installations – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*, telah diadopsi menjadi SNI 0225:2011/Amd2:2014, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) - Amandemen 2;
6. IEC 60364-5-52:2009 Ed.3.0 (2009-10), *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*, telah diadopsi menjadi SNI 0225:2011/Amd1:2013, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) - Amandemen 1;

7. IEC 60364-7-712, *Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*, telah diadopsi menjadi SNI IEC 60364-7-712:2012, Instalasi listrik gedung – Bagian 7-712: Persyaratan untuk instalasi atau lokasi khusus – Sistem suplai daya fotovoltaik surya (PV);
8. IEC 60598-1 Ed.7.0 (2008-04), *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*, telah diadopsi menjadi SNI IEC 60598-1:2011, Lumener - Bagian 1: Persyaratan dan pengujian;
9. IEC 60998-1 Ed.2.0 (2002-12), *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements*, telah diadopsi menjadi SNI IEC 60998-1:2011, Gawai konektor untuk sirkit tegangan rendah untuk perlengkapan rumah dan penggunaan yang serupa - Bagian 1: Persyaratan umum;
10. IEC 60570 Ed.4.0 (2003-01), *Electrical supply track systems for luminaires*, telah diadopsi menjadi SNI IEC 60570:2009, Sistem rak suplai listrik untuk lumener.

Bagian yang dimodifikasi diberi tanda “MOD”.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 91-03, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan telah dibahas dalam Rapat Konsensus pada tanggal 7 Oktober 2014 serta telah melalui tahap Jajak Pendapat tanggal 15 Januari 2015 sampai dengan 16 Maret 2015.

Bila ada keraguan mengenai terjemahan standar ini, maka agar mengacu pada naskah aslinya dalam bahasa Inggris, kecuali modifikasi.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul demi kesempurnaan standar ini di kemudian hari.

**Persyaratan Umum Instalasi Listrik –
Bagian 5-55: Pemilihan dan pemasangan peralatan listrik –
Peralatan lain**

550 Pendahuluan

550.1 Ruang lingkup

Bagian 5-55 mencakup persyaratan untuk pemilihan dan pemasangan set pembangkit voltase rendah dan untuk pemilihan dan pemasangan lumener dan instalasi pencahayaan yang dimaksudkan merupakan bagian instalasi magun.

550.2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut tidak dapat diabaikan untuk penerapan dokumen ini. Untuk acuan bertahun, hanya edisi yang diacu yang berlaku. Untuk acuan tak bertahun, edisi termutakhir dari dokumen yang diacu (termasuk amandemennya) yang berlaku.

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-195, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60050-826, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60245-3, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 3: Heat resistant silicone insulated cables*

IEC 60331-11, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 11: Apparatus – Fire alone at a flame temperature of at least 750 °C*

IEC 60331-21, *Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity – Part 21: Procedures and requirements – Cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV*

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-42, *Low-voltage electrical installations – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*

IEC 60364-4-43:2008, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60364-7-712, *Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

IEC 60364-7-717, *Low-voltage electrical installations – Part 7-717: Requirements for special installations or locations – Mobile or transportable units*

IEC 60417 (all parts), *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60570, *Electrical supply track systems for luminaires*

IEC 60598 (all parts), *Luminaires*

IEC 60598-2-13:2006, *Luminaires – Part 2-13: Particular requirements – Ground recessed luminaires*

IEC 60598-2-22:1997, *Luminaires – Part 2-22: Particular requirements – Luminaires for emergency lighting*

IEC 60670 (all parts), *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations*

IEC 60670-21, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 21: Particular requirements for boxes and enclosures with provision for suspension* IEC 60702-1, *Mineral voltage not exceeding 750 V – Part 1: Cables*

IEC 60702-2, *Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 2: Terminations*

IEC 60998 (all parts), *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 61048:2006, *Auxiliaries for lamps – Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits – General and safety requirements*

IEC 61439-1:2011, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61535, *Installation couplers intended for permanent connection in fixed installations*

IEC 61557-8, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems*

IEC 61557-9, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems*

IEC 61995 (all parts), *Devices for the connection of luminaires for household and similar Purposes*

ISO 8528-12, *Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets – Part 12: Emergency power supply to safety services*

550.3 Definisi

Untuk keperluan Bagian 5-55, berlaku istilah dan definisi berikut:

550.3.1

unit baterai swaisi (*self-contained battery unit*)

unit yang terdiri atas sebuah baterai dan sebuah unit pengisi dan penguji

550.3.2

mode tak terjaga (*non-maintained mode*)

mode operasi peralatan listrik, penting untuk layanan keselamatan, hanya beroperasi ketika suplai normal gagal

550.3.3

mode terjaga (*maintained mode*)

mode operasi peralatan listrik, penting untuk layanan keselamatan, beroperasi sepanjang waktu

550.3.4

layanan keselamatan (*safety services*)

layanan yang penting dalam bangunan

- untuk keselamatan manusia,
- untuk menghindari kerusakan pada lingkungan atau bahan lain

CATATAN Contoh layanan keselamatan mencakup

- pencahayaan (penyelamatan) darurat,
- pompa kebakaran,
- lift pemadam kebakaran,
- sistem alarm, seperti alarm kebakaran, alarm asap, alarm CO dan alarm pencuri,
- sistem evakuasi,
- sistem penghilangan asap,
- peralatan medik penting.

550.3.5

sumber keselamatan listrik (*electrical safety source*)

sumber yang dimaksudkan untuk mempertahankan suplai ke peralatan listrik yang penting untuk layanan keselamatan

550.3.6 MOD

sistem suplai listrik untuk layanan keselamatan (*electrical supply system for safety services*)

lihat Bagian 1

550.3.7

waktu operasi pengenalan sumber keselamatan (*rated operating time of safety source*)

waktu operasi yang sumber keselamatan didesain untuk memenuhi waktu tersebut pada kondisi operasi normal

551 Set pembangkit voltase rendah

551.1 Ruang lingkup

Ayat ini memberikan persyaratan untuk pemilihan dan pemasangan set pembangkit voltase rendah dan voltase ekstra rendah yang dimaksudkan untuk menyuplai semua atau sebagian instalasi, baik kontinu maupun kadang-kadang. Persyaratan juga mencakup untuk instalasi dengan susunan suplai berikut:

- suplai ke instalasi yang tidak dihubungkan ke sistem untuk distribusi listrik ke publik;
- suplai ke instalasi sebagai alternatif ke sistem untuk distribusi listrik ke publik;
- suplai ke instalasi yang paralel dengan sistem untuk distribusi listrik ke suplai publik;
- kombinasi di atas yang sesuai.

Bagian ini tidak berlaku untuk item swaisi peralatan listrik voltase ekstra rendah yang menyertakan sumber energi dan beban pemanfaat energi dan untuk itu berlaku standar produk spesifik yang mencakup persyaratan untuk layanan keselamatan.

CATATAN Persyaratan penyedia listrik (misalnya PLN) sebaiknya dipastikan sebelum set pembangkit dipasang dalam instalasi yang dihubungkan ke sistem untuk distribusi listrik ke publik.

551.1.1 Set pembangkit dengan sumber daya berikut dipertimbangkan:

- mesin bakar;
- turbin;
- motor listrik;
- sel fotovoltaik (IEC 60364-7-712 juga berlaku);
- akumulator elektrokimia;
- sumber lain yang sesuai.

551.1.2 Set pembangkit dengan karakteristik listrik berikut dipertimbangkan:

- generator sinkron dieksitasi jaringan dan dieksitasi terpisah;
- generator asinkron dieksitasi jaringan dan swaeksitasi;
- konverter statik dikomutasi jaringan dan swakomutasi dengan atau tanpa fasilitas pintas;
- set pembangkit dengan karakteristik listrik lain yang sesuai.

551.1.3 Penggunaan set pembangkit untuk keperluan berikut dipertimbangkan:

- suplai ke instalasi permanen;
- suplai ke instalasi temporer;
- suplai ke peralatan portabel yang tidak dihubungkan ke instalasi permanen;
- suplai ke unit yang mobil (IEC 60364-7-717 juga berlaku).

551.2 Persyaratan umum

551.2.1 Sarana eksitasi dan komutasi harus sesuai untuk penggunaan set pembangkit yang dimaksudkan dan keselamatan serta fungsi sumber suplai lain yang tepat tidak boleh terganggu oleh set pembangkit.

CATATAN Lihat 551.7 untuk persyaratan khusus di mana set pembangkit dapat beroperasi secara paralel dengan sistem distribusi listrik ke publik.

551.2.2 Arus hubung pendek prospektif dan arus gangguan bumi prospektif harus diases (*assessed*) untuk setiap sumber suplai atau kombinasi suplai yang dapat beroperasi secara independen dari sumber atau kombinasi lain. Kapasitas pemutusan hubung pendek gawai proteksi dalam instalasi dan yang dihubungkan ke sistem distribusi listrik ke publik (jika sesuai), tidak boleh dilampaui untuk setiap metode operasi sumber yang dimaksudkan.

CATATAN Sebaiknya diperhatikan faktor daya yang ditentukan untuk gawai proteksi pada instalasi.

551.2.3 Kapasitas dan karakteristik operasi set pembangkit harus sedemikian sehingga bahaya atau kerusakan peralatan tidak terjadi setelah hubungan atau diskoneksi setiap beban yang dimaksudkan sebagai akibat dari deviasi voltase atau frekuensi dari julat operasi yang dimaksudkan. Sarana harus disediakan untuk secara otomatis mendiskoneksi bagian instalasi tersebut seperti mungkin diperlukan jika kapasitas set pembangkit dilampaui.

CATATAN 1 Sebaiknya diperhatikan besar beban individual sebagai proporsi terhadap kapasitas set pembangkit dan terhadap arus start motor.

CATATAN 2 Sebaiknya diperhatikan faktor daya yang ditentukan untuk gawai proteksi pada instalasi.

CATATAN 3 MOD Pemasangan set pembangkit dalam gedung atau instalasi yang sudah ada dapat mengubah kondisi pengaruh eksternal untuk instalasi (lihat Bagian 3), misalnya dengan pengenalan bagian bergerak, bagian pada suhu tinggi atau dengan terdapatnya fluida mudah terbakar dan gas beracun dll.

551.2.4 Ketentuan untuk isolasi harus memenuhi persyaratan Ayat 537 untuk setiap sumber atau kombinasi sumber suplai.

551.3 Tindakan proteksi: voltase ekstra rendah yang diberikan oleh SELV dan PELV

551.3.1 Persyaratan tambahan untuk SELV dan PELV jika instalasi disuplai oleh lebih dari satu sumber

Jika sistem SELV dan PELV dapat disuplai oleh lebih dari satu sumber, persyaratan 414.3 Bagian 4-41 harus berlaku untuk setiap sumber. Jika satu atau lebih sumber dibumikan, harus berlaku persyaratan untuk sistem PELV dalam 414.4 Bagian 4-41.

Jika satu atau lebih sumber tidak memenuhi persyaratan 414.3, sistem harus diperlakukan sebagai sistem FELV dan harus berlaku persyaratan 411.7 Bagian 4-41.

551.3.2 Persyaratan tambahan jika diperlukan untuk mempertahankan suplai ke sistem voltase ekstra rendah

Jika diperlukan untuk mempertahankan suplai ke sistem voltase ekstra rendah setelah kehilangan satu atau lebih sumber suplai, setiap sumber suplai atau kombinasi sumber suplai yang dapat beroperasi secara independen dari sumber atau kombinasi lain harus mampu menyuplai beban yang dimaksudkan dari sistem voltase ekstra rendah. Harus dibuat

ketentuan sedemikian sehingga kehilangan suplai voltase rendah ke sumber voltase ekstra rendah tidak menyebabkan bahaya atau kerusakan ke peralatan voltase ekstra rendah lain.

CATATAN MOD Tindakan pencegahan tersebut mungkin diperlukan pada suplai untuk layanan keselamatan (lihat Ayat 35 Bagian 3).

551.4 Proteksi gangguan (proteksi terhadap sentuh tak langsung)

551.4.1 Proteksi gangguan harus diberikan untuk instalasi berkaitan dengan setiap sumber suplai atau kombinasi sumber suplai yang dapat beroperasi secara independen dari sumber atau kombinasi sumber lain.

Ketentuan proteksi gangguan harus dipilih atau tindakan pencegahan harus diambil untuk memastikan bahwa jika ketentuan proteksi gangguan dicapai dengan cara berbeda dalam instalasi atau bagian instalasi yang sama menurut sumber aktif suplai, tidak boleh terjadi pengaruh atau kondisi yang dapat mengganggu keefektifan ketentuan proteksi gangguan.

CATATAN Hal ini misalnya dapat mensyaratkan penggunaan transformator yang memberikan separasi listrik antara bagian instalasi dengan menggunakan sistem pembumian berbeda.

551.4.2 Set pembangkit harus dihubungkan sedemikian sehingga setiap ketentuan dalam instalasi untuk proteksi oleh GPAS menurut Bagian 4-41 tetap efektif untuk setiap kombinasi sumber suplai yang dimaksudkan.

CATATAN Hubungan bagian aktif generator dengan bumi dapat mempengaruhi tindakan proteksi.

551.4.3 Proteksi dengan diskoneksi otomatis suplai

551.4.3.1 Umum

Jika tindakan proteksi diskoneksi otomatis suplai digunakan untuk proteksi terhadap kejut listrik, berlaku persyaratan Ayat 411 Bagian 4-41, kecuali seperti yang dimodifikasi untuk kasus khusus yang diberikan dalam 551.4.3.2 atau 551.4.3.3.

551.4.3.2 Persyaratan tambahan untuk instalasi jika set pembangkit memberikan suplai sebagai alternatif tersakelar ke suplai normal pada instalasi

Proteksi dengan diskoneksi otomatis suplai tidak boleh mengandalkan pada hubungan ke titik yang dibumikan dari sistem distribusi jika generator beroperasi sebagai alternatif tersakelar. Harus disediakan sarana yang sesuai untuk pembumian.

551.4.3.3 Persyaratan tambahan untuk instalasi yang dilengkapi konverter statik

551.4.3.3.1 Jika proteksi gangguan untuk bagian instalasi disuplai oleh konverter statik yang mengandalkan penutupan otomatis oleh sakelar pintas dan operasi gawai proteksi di sisi suplai sakelar pintas tidak dalam waktu yang disyaratkan oleh Ayat 441 Bagian 4-41, ikatan ekuipotensial suplemen harus disediakan antara BKT dan BKE yang terakses secara simultan di sisi beban konverter statik menurut 415.2 Bagian 4-41.

Resistans konduktor ikatan ekuipotensial suplemen yang disyaratkan antara bagian konduktif terakses secara simultan harus memenuhi kondisi berikut:

$$R \leq \frac{50V}{I_a}$$

dengan

I_a adalah arus gangguan bumi maksimum yang dapat disuplai oleh konverter statik saja untuk periode sampai dengan 5 detik.

CATATAN Jika peralatan tersebut dimaksudkan untuk beroperasi paralel dengan sistem distribusi listrik ke publik, berlaku juga persyaratan 551.7.

551.4.3.3.2 Harus diambil tindakan pencegahan atau peralatan harus dipilih sedemikian sehingga operasi yang benar dari gawai proteksi tidak terganggu oleh arus a.s. yang dibangkitkan oleh konverter statik atau oleh adanya filter.

551.4.3.3.3 Sarana isolasi harus dipasang pada kedua sisi konverter statik.

Persyaratan ini tidak berlaku di sisi sumber daya konverter statik yang terpadu dalam selungkup yang sama sebagai sumber daya.

551.5 Proteksi terhadap arus lebih

551.5.1 Jika proteksi arus lebih set pembangkit disyaratkan, maka harus terletak sedekat mungkin dengan terminal generator.

CATATAN Kontribusi arus hubung pendek prospektif oleh set pembangkit dapat tergantung waktu dan dapat kurang sekali daripada kontribusi yang dibuat oleh sistem jika sumber adalah transformator voltase menengah/voltase rendah.

551.5.2 Jika set pembangkit dimaksudkan untuk beroperasi paralel dengan sumber suplai lain, termasuk suplai dari sistem distribusi listrik ke publik, atau jika dua atau lebih set pembangkit dapat beroperasi paralel, arus harmonik harus dibatasi sedemikian sehingga peringkat termal konduktor tidak dilampaui.

Efek arus harmonik dapat dibatasi sebagai berikut:

- pemilihan set pembangkit dengan belitan kompensasi;
- ketentuan impedans yang sesuai pada hubungan ke titik bintang generator;
- ketentuan sakelar yang memutuskan sirkit tapi yang disilih kunci sedemikian sehingga pada setiap waktu proteksi gangguan tidak diganggu;
- ketentuan peralatan filter;
- sarana lain yang sesuai.

CATATAN 1 Sebaiknya dipertimbangkan voltase maksimum yang dapat timbul lintas impedans yang dihubungkan untuk membatasi harmonik.

CATATAN 2 Peralatan monitor yang memenuhi IEC 61557-12 memberikan informasi tentang tingkat gangguan yang ditimbulkan karena adanya harmonik.

551.6 Persyaratan tambahan untuk instalasi dimana set pembangkit memberikan suplai sebagai alternatif yang dapat disakelar ke suplai normal pada instalasi

551.6.1 Harus diambil tindakan pencegahan yang memenuhi persyaratan relevan Bagian 5-53 untuk isolasi, sedemikian sehingga generator tidak dapat beroperasi paralel dengan sistem suplai publik untuk distribusi listrik ke publik. Tindakan pencegahan yang sesuai dapat mencakup:

- silih kunci listrik, mekanis atau elektromekanis antara mekanisme operasi atau sirkit kendali gawai sakelar tukar;
- sistem kunci dengan kunci tunggal yang dapat ditransfer;
- sakelar tukar, memutuskan sebelum menghubungkan, tiga posisi;
- gawai sakelar tukar otomatis dengan silih kunci yang sesuai;
- sarana lain yang memberikan pengamanan operasi setara.

CATATAN Isolasi sebaiknya mencakup suplai ke sirkit kendali generator.

551.6.2 Untuk sistem TN-S dimana netral tidak disakelar, setiap GPAS harus ditempatkan untuk menghindari operasi tak tepat karena adanya sembarang jalur netral-bumi paralel.

CATATAN 1 Pada sistem TN mungkin diinginkan untuk mendiskoneksi netral instalasi dari netral atau PEN sistem untuk distribusi listrik ke publik untuk menghindari gangguan seperti surja voltase induksi yang disebabkan oleh petir.

CATATAN 2 Lihat juga 444.4.7 Bagian 4-44.

551.7 Persyaratan tambahan untuk instalasi jika set pembangkit dapat beroperasi paralel dengan sumber lain termasuk sistem untuk distribusi listrik ke publik

551.7.1 Jika set pembangkit digunakan sebagai sumber tambahan suplai yang paralel dengan sumber lain, proteksi terhadap efek termal menurut Bagian 4-42 harus tetap efektif pada semua situasi.

Kecuali jika suplai daya tak-terputus disediakan untuk menyuplai pemanfaat listrik jenis spesifik dalam sirkit akhir yang dihubungkan padanya, set pembangkit tersebut harus dipasang di sisi suplai semua gawai proteksi untuk sirkit akhir instalasi.

551.7.2 Set pembangkit yang digunakan sebagai sumber tambahan suplai yang paralel dengan sumber lain harus dipasang:

- di sisi suplai semua gawai proteksi untuk sirkit akhir instalasi, atau
 - di sisi beban semua gawai proteksi untuk sirkit akhir instalasi, tapi dalam hal ini semua persyaratan tambahan berikut harus dipenuhi:
- a) konduktor sirkit akhir harus memenuhi persyaratan berikut:

$$I_z \geq I_n + I_g$$

dengan

I_z adalah KHA konduktor sirkit akhir;

I_n adalah arus pengenalan gawai proteksi sirkit akhir;

I_g adalah arus keluaran pengenalan set pembangkit; dan

b) set pembangkit tidak boleh dihubungkan ke sirkit akhir dengan sarana tusuk kontak dan kotak kontak; dan

c) GPAS yang memberikan proteksi sirkit akhir menurut Ayat 441 atau Ayat 415 Bagian 4-41 harus mendiskoneksi semua konduktor aktif termasuk konduktor netral; dan

d) konduktor lin dan netral sirkit akhir dan set pembangkit tidak boleh dihubungkan ke bumi di hilir gawai proteksi sirkit akhir.

CATATAN Jika set pembangkit dipasang pada sirkit akhir di sisi beban semua gawai proteksi untuk sirkit akhir tersebut, kecuali jika gawai proteksi untuk sirkit akhir mendiskoneksi konduktor lin dan netral, waktu diskoneksi menurut 411.3.2 Bagian 4-41 adalah gabungan waktu diskoneksi gawai proteksi untuk sirkit akhir dan waktu yang diperlukan untuk voltase keluaran set pembangkit berkurang menjadi kurang dari 50 V.

551.7.3 Pada pemilihan dan penggunaan set pembangkit untuk paralel dengan sumber lain, termasuk sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik, harus diperhatikan untuk menghindari efek merugikan ke sistem tersebut dan ke instalasi lain yang berkaitan dengan efek faktor daya, perubahan voltase, distorsi harmonik, injeksi arus a.s., ketidakseimbangan, start, sinkronisasi atau fluktuasi voltase. Dalam hal sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik, distributor harus dikonsultasi berkaitan dengan persyaratan khusus. Jika sinkronisasi diperlukan, lebih disukai penggunaan sistem sinkronisasi otomatis dengan mempertimbangkan frekuensi, fase dan voltase.

551.7.4 Jika set pembangkit dimaksudkan untuk paralel dengan sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik, sarana penyakelaran otomatis harus disediakan untuk mendiskoneksi set pembangkit dari sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik pada kejadian kehilangan suplai tersebut atau deviasi voltase atau frekuensi di terminal suplai dari nilai yang dinyatakan untuk suplai normal.

Jenis proteksi dan sensitivitas serta waktu operasi tergantung pada proteksi sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik dan jumlah set pembangkit yang dihubungkan dan harus disepakati oleh distributor (penyedia) listrik.

Dalam hal adanya konverter statik, sarana penyakelaran harus diberikan di sisi beban konverter statik ini.

551.7.5 Jika set pembangkit dimaksudkan paralel dengan sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik, harus disediakan sarana untuk mencegah hubungan set pembangkit ke sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik saat kejadian kehilangan suplai tersebut atau deviasi voltase atau frekuensi di terminal suplai dari nilai yang dinyatakan untuk suplai normal.

551.7.6 Jika set pembangkit dimaksudkan untuk paralel dengan sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik, harus disediakan sarana yang memungkinkan set pembangkit diisolasi dari sistem untuk mendistribusikan listrik ke publik. Kemampuan sarana isolasi ini harus memenuhi peraturan nasional dan persyaratan operator sistem distribusi.

551.7.7 Jika set pembangkit juga dapat beroperasi sebagai alternatif (siaga) yang dapat disakelar ke sistem distribusi, instalasi harus juga memenuhi Ayat 551.6.

551.8 Persyaratan untuk instalasi yang dilengkapi baterai stasioner

551.8.1 Baterai stasioner harus dipasang sedemikian sehingga hanya dapat diakses oleh personel terampil atau terlatih.

CATATAN Hal ini secara umum mensyaratkan baterai dipasang pada lokasi yang aman atau untuk baterai yang lebih kecil mensyaratkan selungkup yang aman.

Lokasi atau selungkup harus diventilasi secara memadai.

551.8.2 Hubungan baterai harus mempunyai proteksi dasar dengan insulasi atau selungkup atau harus disusun sedemikian sehingga dua bagian konduktif telanjang yang di antara kedua bagian tersebut mempunyai beda potensial melebihi 120 V, tidak dapat disentuh secara tak sengaja dan secara simultan.

557 Sirkit bantu

557.1 Ruang lingkup

Ayat ini berlaku untuk sirkit bantu, kecuali yang dicakup oleh standar sistem atau produk yang spesifik.

557.2 Istilah dan definisi

Untuk keperluan dokumen ini, berlaku definisi berikut.

CATATAN Untuk definisi umum, lihat IEC 60050-826.

557.2.1

sirkit bantu (*auxiliary circuit*)

sirkit untuk transmisi sinyal, yang dimaksudkan untuk kendali, deteksi, supervisi atau pengukuran status fungsional sirkit utama

557.2.2

sirkit utama (*main circuit*)

sirkit yang berisi peralatan listrik untuk pembangkitan, konversi, distribusi atau penyakelaran daya listrik atau perlengkapan pemanfaat listrik

557.2.3

keluaran sinyal pembatas arus (*current-limiting signal output*)

output sinyal yang disediakan oleh gawai yang melayani untuk membatasi arus

557.2.4

tahan gangguan bumi dan hubung pendek secara inheren (*inherently short-circuit and earth fault proof*)

status perlengkapan listrik atau rakitan yang diproteksi terhadap hubung pendek dan gangguan bumi oleh desain dan ketentuan pemasangan yang cocok

[SUMBER: IEC 60050-826:2004, definisi 826-14-15]

557.2.5

level integritas keselamatan (*safety integrity level*)

SIL

level diskrit untuk menentukan persyaratan integritas keselamatan dari fungsi keselamatan harus dialokasikan kepada sistem yang berkaitan dengan keselamatan listrik/elektronik/elektronik-dapat-diprogram, dimana level integritas keselamatan 4 adalah level integritas keselamatan tertinggi dan level integritas keselamatan 1 adalah level integritas keselamatan terendah

[Sumber: IEC 61508-4:2010, 3.5.8, modifikasi]

557.3 Persyaratan untuk sirkit bantu

557.3.1 Umum

Suplai daya a.b. atau a.s. untuk sirkit bantu dapat bergantung atau tak bergantung pada sirkit utama menurut pada fungsi yang dipersyaratkan. Jika status sirkit utama harus disinyalkan, maka sirkit sinyal harus mampu beroperasi secara tak bergantung dari sirkit utama

CATATAN Dalam instalasi yang ekstensif, penggunaan suplai bantu a.s., lebih disukai.

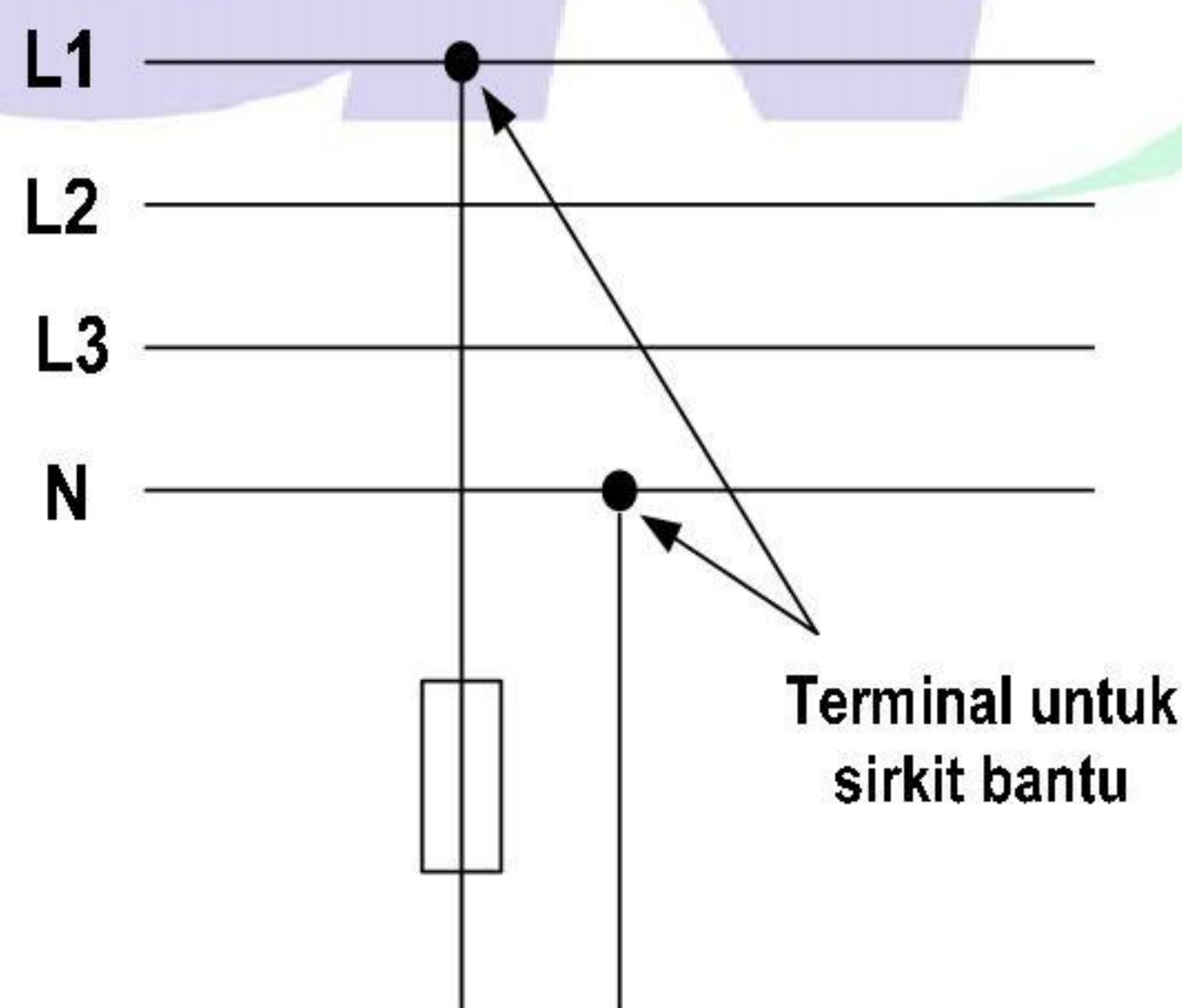
557.3.2 Suplai daya untuk sirkit bantu yang bergantung pada sirkit utama

557.3.2.1 Umum

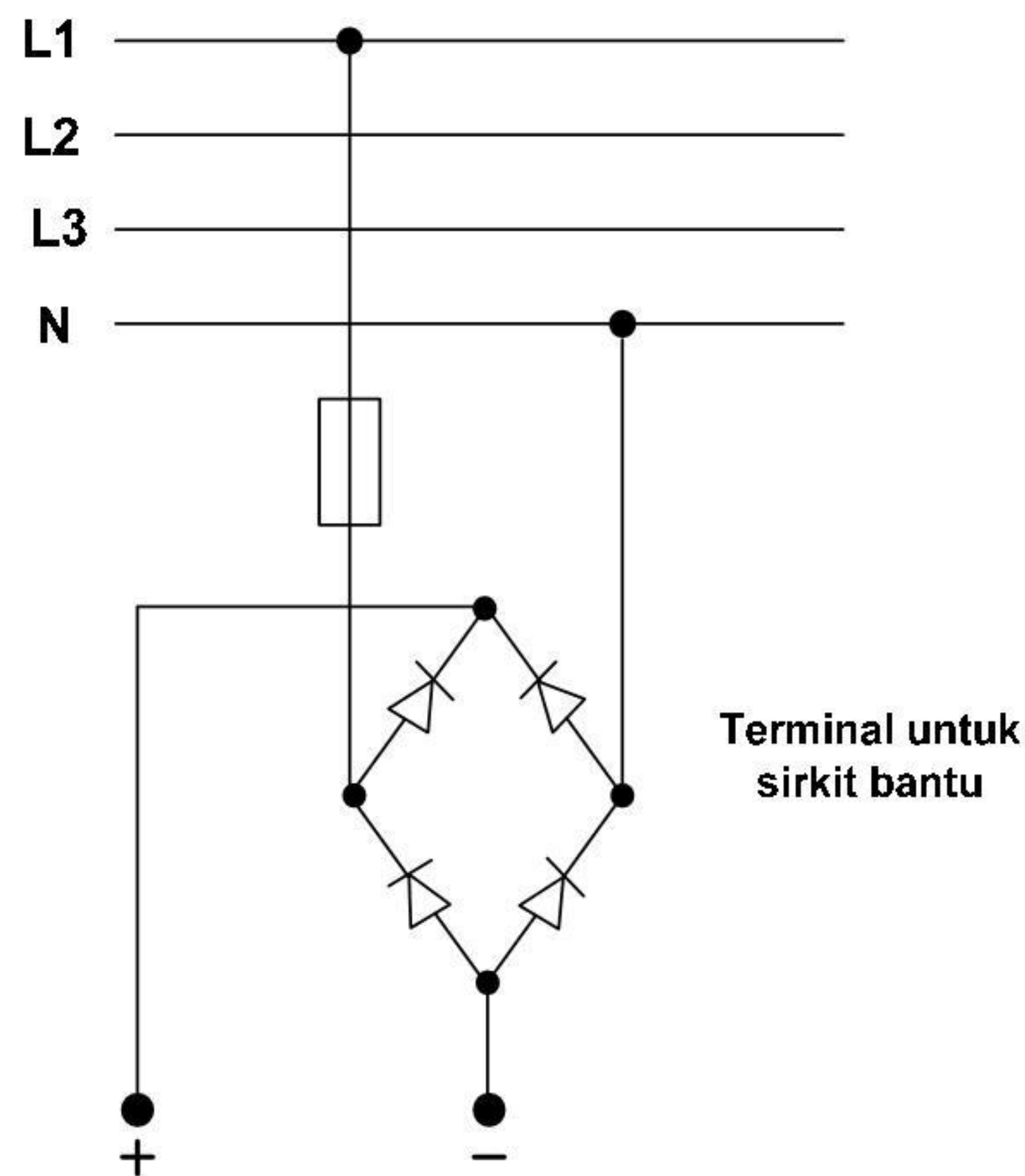
Sirkit bantu dengan suplai daya yang bergantung pada sirkit a.b. utama harus dihubungkan ke sirkit utama:

- secara langsung (lihat Gambar 557.1); atau
- melalui penyearah (lihat Gambar 557.2); atau
- melalui transformator (lihat Gambar 557.3).

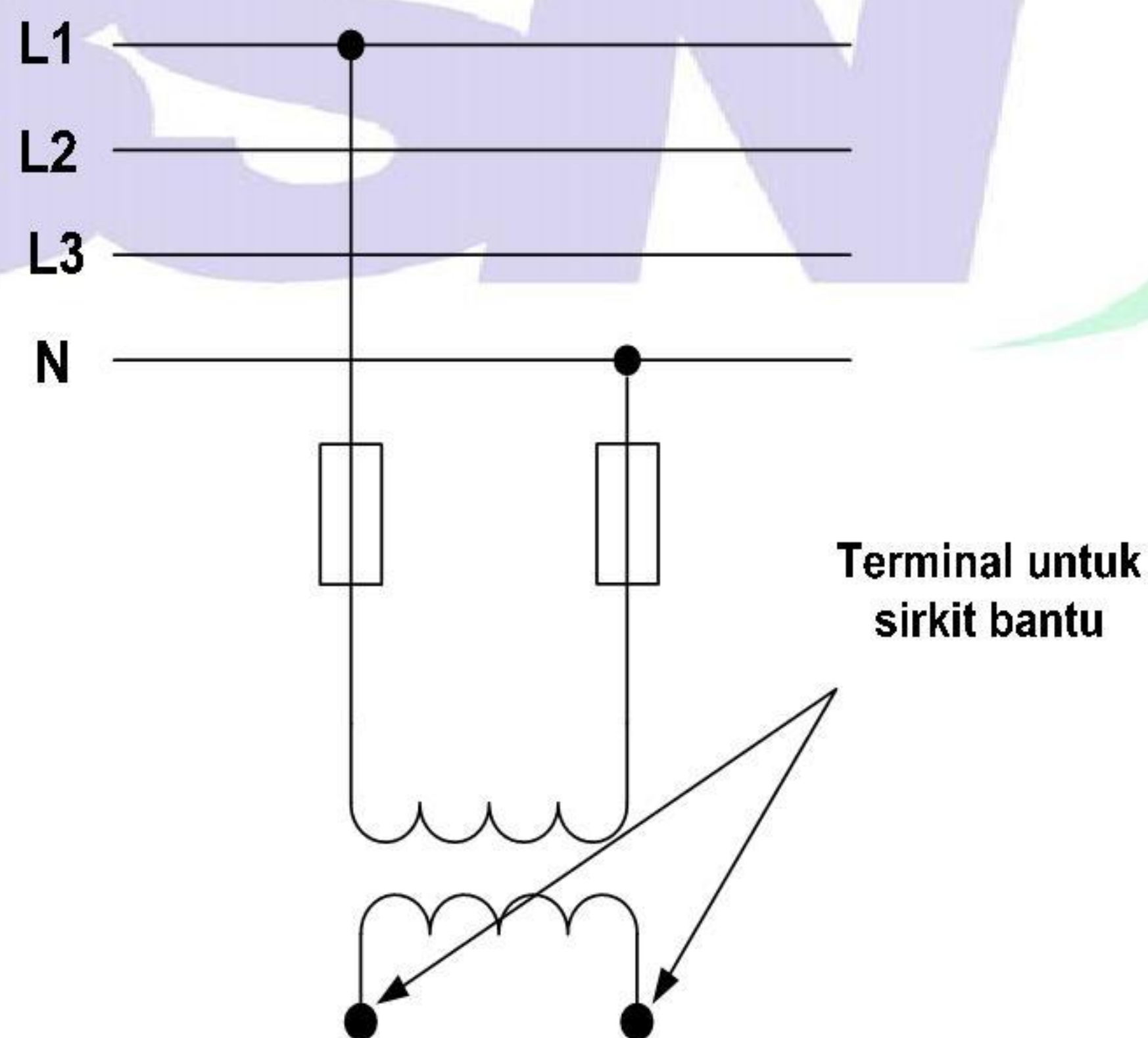
Direkomendasikan bahwa sirkit bantu yang utamanya menyuplai perlengkapan atau sistem elektronik, sebaiknya tidak disuplai secara langsung, tapi paling tidak dengan pemisahan sederhana dari sirkit utama.



Gambar 557.1 – Sirkit bantu disuplai dari sirkit utama secara langsung



Gambar 557.2 – Sirkit bantu disuplai dari sirkit utama melalui penyearah



Gambar 557.3 – Sirkit bantu disuplai dari sirkit utama melalui transformator

CATATAN Dalam hal sirkit bantu disuplai dari sirkit utama, secara langsung atau melalui penyearah, sirkit bantu dimulai pada titik hubung ke sirkit utama, lihat Gambar 557.1. Bila melalui penyearah, lihat Gambar 557.2, atau oleh suplai transformator, lihat Gambar 557.3, sirkit bantu dimulai pada sisi a.s. penyearah atau pada sisi sekunder transformator.

557.3.2.2 Sirkit bantu disuplai dari sirkit utama melalui transformator

Bila sirkit bantu disuplai oleh lebih dari satu transformator, sirkit bantu harus dihubungkan paralel pada sisi primer dan sekunder.

557.3.3 Sirkit bantu disuplai oleh sumber independen

Bila digunakan sumber independen, hilangnya suplai atau kurangnya voltase sumber sirkit utama sebaiknya dideteksi. Sirkit bantu yang independen tidak boleh menimbulkan situasi yang berbahaya.

CATATAN Baterai dan sistem suplai daya tak bergantung pada jaringan, adalah contoh sumber independen.

557.3.4 Sirkit bantu dengan atau tanpa hubungan ke bumi

557.3.4.1 Umum

Sirkit bantu harus memenuhi persyaratan dalam PUIL, kecuali sebagaimana dimodifikasi oleh 557.3.4.2 atau 557.3.4.3.

CATATAN Hal ini tergantung pada persyaratan untuk sirkit bantu, apakah dioperasikan dengan pembumian atau tanpa pembumian. Sebagai contoh, dalam sirkit bantu yang dibumikan, gangguan bumi dalam konduktor yang tak dibumikan akan mengarah ke pemutusan (*switching off*) suplai daya sirkit bantu. Dalam sirkit bantu tak dibumikan, gangguan bumi pada konduktor mengarah hanya kepada sinyal dari IMD (lihat 557.3.4.3).

Penggunaan sirkit bantu tak dibumikan sebaiknya dipertimbangkan, bila disyaratkan keandalan yang tinggi.

557.3.4.2 Sirkit bantu dibumikan

Sirkit bantu dibumikan yang disuplai melalui transformator harus dihubungkan ke bumi hanya pada satu titik pada sisi sekunder transformator. Hubungan ke bumi harus ditempatkan dekat ke transformator. Hubungan harus mudah diakses dan dapat diisolasi untuk pengukuran insulasi.

557.3.4.3 Sirkit bantu tak dibumikan

Jika sirkit bantu dioperasikan tak dibumikan melalui transformator, Gawai Monitoring Insulasi (IMD) menurut IEC 61557-8 harus dipasang pada sisi sekunder.

CATATAN Tergantung pada assesmen risiko, sebaiknya ditentukan apakah sinyal IMD menginisiasi alarm akustik dan/atau kedipan atau mentransmisikan sinyal ke sistem monitor.

557.3.5 Suplai daya untuk sirkit bantu

557.3.5.1 Umum

Voltase pengenalan sirkit bantu dan komponen yang dipergunakan dalam sirkit harus kompatibel dengan suplai ke sirkit tersebut.

CATATAN Jika voltase suplai terlalu rendah untuk desain sirkit, maka operasi tidak akan andal, misal untuk fungsi relai yang sempurna.

Harus dipertimbangkan untuk efek drop voltase pada fungsi yang benar peralatan listrik dari sirkit bantu, misal:

- untuk suplai a.b., relai dan katup solenoid bisa mempunyai arus bandang 7 – 8 kali arus tetap (*holding current*);
- untuk suplai a.s., arus bandang setara dengan arus tunak;

- dalam kasus start motor langsung ke lin, arus start dapat mengurangi voltase suplai pada sirkit bantu yang bergantung pada sirkit utama dibawah voltase operasi minimum perangkat penyakelar terkait.

557.3.5.2 Suplai daya siaga (*stand by*) atau suplai daya untuk layanan keselamatan

Bila digunakan suplai daya siaga atau suplai daya dari set pembangkit untuk menyuplai sirkit bantu, variasi frekuensi harus diperhitungkan.

557.3.5.3 Suplai a.b.

Voltase nominal sirkit kendali lebih disukai tidak melebihi:

- 230 V untuk sirkit dengan nominal frekuensi 50 Hz,

dengan memperhitungkan toleransi voltase menurut SNI IEC 60038

Ukuran panjang kabel berkaitan dengan kapasitans konduktor, misal hubungan ke sakelar pembatas (*limit switch*), perlu dikoordinasikan dengan relai atau katup solenoid yang dipilih.

Voltase bertahan (*standing voltage*) yang disebabkan kapasitans konduktor yang tinggi dapat merusak "*switching off*" relai atau katup solenoid.

557.3.5.4 Suplai a.s.

557.3.5.4.1 Suplai oleh sistem daya

Voltase nominal sirkit kendali lebih disukai yang tidak melebihi 220 V.

557.3.5.4.2 Suplai oleh baterei

Bila baterei digunakan sebagai suplai daya untuk sirkit bantu, fluktuasi voltase akibat pengisian atau luahan harus tidak melebihi toleransi voltase yang ditentukan dalam SNI IEC 60038, kecuali jika sirkit bantu didesain khusus untuk mengompensasi fluktuasi voltase tersebut.

Kompensasi fluktuasi voltase mungkin didapat dari *counter cells*.

557.3.6 Tindakan proteksi

557.3.6.1 Proteksi sistem perkawatan

Dalam kasus sirkit bantu yang diperluas, diperlukan untuk memastikan bahwa arus tripping yang disyaratkan gawai proteksi akan dapat dicapai juga pada ujung kabel atau konduktor yang terkait, lihat PUIL 2011, Bagian 4-43 Ayat 433.1.

Sirkit bantu a.b. atau a.s. dibumikan fase tunggal yang disuplai pada sisi sekunder transformator untuk suplai bantu diizinkan untuk diproteksi dengan gawai penyakelar kutub tunggal. Gawai proteksi hanya boleh disisipkan pada konduktor yang tidak dihubungkan ke bumi secara langsung.

Sirkit bantu a.b. atau a.s. yang tak dibumikan harus diproteksi terhadap arus hubung pendek dengan gawai proteksi yang memutus semua konduktor lin. Proteksi kutub tunggal diizinkan jika voltase pengenalan dan karakteristik arus-waktu gawai proteksi hubung pendek (GPHP) tersebut sedemikian sehingga konduktor dengan luas penampang terkecil diproteksi.

CATATAN 1 Penggunaan gawai proteksi yang mendiskoneksi semua lin sirkit bantu yang tak dibumikan akan membantu diagnosis gangguan dan aktifitas pemeliharaan.

Jika gawai proteksi hubung pendek (GPHP) pada sisi primer transformator untuk sirkit bantu dipilih sedemikian sehingga ia juga memproteksi terhadap hubung pendek pada sisi sekunder, gawai proteksi pada sisi sekunder transformator boleh dihilangkan.

CATATAN 2 Besarnya arus hubung pendek pada sisi primer juga bergantung pada impedans transformator.

557.3.6.2 Proteksi terhadap hubung pendek

Kontak penyakelaran gawai penyakelar listrik dari sirkit bantu harus diproteksi terhadap kerusakan yang disebabkan arus hubung pendek, menurut petunjuk pabrikan.

557.4 Karakteristik kabel dan konduktor – Luas penampang minimum

Untuk memastikan kekuatan mekanis yang memadai, luas penampang minimum berikut, yang ditunjukkan dalam Tabel 557.1 harus dipenuhi. Jika ada persyaratan khusus untuk kekuatan mekanis untuk kabel atau konduktor, maka luas penampang yang lebih besar sebaiknya dipilih menurut PUIL 2011 Bagian 5-52, 522.6.

Tabel 557.1 – Luas penampang minimum konduktor tembaga dalam mm²

Penerapan	Jenis kabel				
	Inti tunggal		Inti dua		Inti banyak
	Kawat tunggal	Berpilin	Berskrin	Tidak berskrin	Berskrin atau tidak berskrin
Sirkit kendali ^a	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1
Transfer data	-	-	-	-	0,1
^a Sirkit bantu lain mungkin membutuhkan luas penampang konduktor tembaga yang lebih besar, misal untuk pengukuran.					
CATATAN Luas penampang konduktor tembaga didapat dari Amandemen PUIL 2011, Bagian 5-52.					

557.5 Persyaratan untuk sirkit bantu yang digunakan untuk pengukuran

557.5.1 Umum

Sirkit pengukuran adalah sirkit bantu dengan persyaratan khusus, yang diberikan dalam sub ayat berikut.

557.5.2 Sirkit bantu untuk pengukuran langsung besaran listrik

Bila ada kontak langsung dari gawai pengukuran dengan sirkit utama, tindakan proteksi kabel terhadap pemanasan lebih yang berikut harus diterapkan:

- persyaratan menurut IEC 61439-1:2011, 8.6.2 dan 8.6.4; dan/atau
- penggunaan gawai proteksi hubung pendek (GPHP).

Jika interupsi sirkit pengukuran dengan diskoneksi GPHP dapat mengarah ke situasi yang berbahaya, GPHP harus juga mendiskoneksi sirkit utama terkait.

Untuk gawai pengukuran dengan kontak langsung antara sirkit pengukuran dan sumber bantu, harus diperhatikan koinsidensi fase dan polaritas yang benar.

557.5.3 Sirkit bantu untuk pengukuran besaran listrik lewat transformator

557.5.3.1 Transformator arus

Bila gawai pengukuran dihubungkan ke sirkit utama lewat transformator arus, harus diperhitungkan persyaratan yang berikut:

- sisi sekunder transformator dalam instalasi voltase rendah tidak boleh dibumikan, kecuali jika pengukuran hanya dapat dilakukan dengan hubungan ke bumi;
- gawai proteksi yang menginterupsi sirkit tidak boleh digunakan pada sisi sekunder transformator;
- konduktor pada sisi sekunder transformator harus diinsulasi untuk voltase tertinggi sembarang bagian aktif atau harus dipasang sedemikian sehingga insulasinya tidak sampai kedalam kontak dengan bagian aktif lainnya, misal kontak dengan busbar;
- terminal untuk pengukuran temporer harus disediakan.

Untuk mengurangi pengaruh impedans konduktor terhadap hasil pengukuran, lebih disukai transformator dengan arus sekunder nominal 1 A.

Persyaratan diatas tidak berlaku untuk penjumlahan arus transformator dimana voltase berbahaya tidak terjadi, misal peralatan untuk deteksi lokasi gangguan insulasi menurut IEC 61557-9.

557.5.3.2 Transformator voltase

Sisi sekunder transformator voltase harus diproteksi dengan GPHP.

557.6 Pertimbangan fungsional

557.6.1 Suplai voltase

Bila terjadi hilang voltase, misal fluktuasi voltase, voltase lebih atau voltase kurang, dapat menyebabkan sirkit bantu tidak mampu berfungsi sebagaimana dimaksudkan, harus disediakan sarana untuk memastikan operasi kontinu sirkit bantu tersebut.

557.6.2 Kualitas sinyal yang bergantung pada karakteristik kabel

Operasi sirkit bantu tidak boleh terpengaruh secara negatif oleh karakteristik, termasuk impedans dan panjang kabel diantara komponen yang beroperasi.

Kapasitans kabel harus tidak merusak operasi yang seharusnya dari penggerak (*actuator*) sirkit bantu. Karakteristik dan panjang kabel harus diperhitungkan dalam pemilihan perangkat penyaklaran dan kendali atau sirkit elektronik

Untuk sirkit bantu ekstensif, direkomendasikan penggunaan suplai daya a.s.

557.6.3 Tindakan untuk menghindari hilangnya fungsionalitas

Sirkuit bantu yang melayani fungsi khusus dimana keandalan sangat diperhatikan, akan mensyaratkan tambahan pertimbangan desain untuk meminimalkan kemungkinan gangguan perkawatan. Gangguan perkawatan ini dapat menyebabkan hilangnya fungsi dan/atau hilangnya sinyal. Diantara pertimbangan desain adalah:

- pemilihan metode pemasangan kabel yang sesuai (lihat 557.4),
- pemilihan perlengkapan jika hubung pendek pada BKT tidak dimungkinkan, misal peralatan klas II,
- penggunaan perlengkapan dan instalasi tahan gangguan bumi dan tahan hubung pendek secara inheren.

Untuk penggunaan perlengkapan dan instalasi tahan gangguan bumi dan tahan hubung pendek secara inheren, harus dipertimbangkan hal berikut:

- a) susunan kawat tunggal jika tindakan dilakukan yang akan mencegah kontak bersama dan kontak ke BKT, misal dengan insulasi dasar dan jika hubung pendek oleh pengaruh eksternal tidak diharapkan. Hal ini dapat dicapai dengan, misal,
 - pemasangan dalam sistem berumbung kabel, atau
 - pemasangan dalam konduit.
- b) Susunan dari
 - kabel inti tunggal, atau
 - kabel inti tunggal, berselubung nonlogam, atau
 - kabel fleksibel berinsulasi karet.
- c) Ketentuan proteksi terhadap kerusakan mekanis dan jarak aman dari bahan mudah menyala untuk kabel berselubung nonlogam.
- d) Susunan kabel berselubung nonlogam dengan voltase nominal U_0/U sekurang-kurangnya 0,6/1 kV (U_0 = voltase konduktor ke bumi, U = voltase konduktor ke konduktor).
- e) Penggunaan kabel dengan insulasi yang swapadam dan hambat nyala api.
- f) Penggunaan kabel yang mampu memroteksi secara fisik dengan dipendam, misal instalasi kabel dalam tanah atau beton.

Tahan hubung pendek lateral berarti mempunyai ketentuan untuk proteksi terhadap hubung pendek dua konduktor paralel yang membentuk bagian rakitan.

CATATAN Hal ini dapat diperoleh dengan menggunakan kabel dengan skrin yang dibumikan. Dalam kasus penjepitan/penggantungan kabel, sebaiknya dipertimbangkan kemungkinan hubung pendek ke bumi lewat skrin kabel. Dalam sirkuit bantu dibumikan, didesain sebagai pekerjaan sirkuit tertutup, hubung pendek dapat mengarah tripnya GPHP. Dalam sirkuit bantu tak dibumikan, hubung pendek dideteksi oleh IMD, lihat 557.3.4.3.

557.6.4 Keluaran sinyal pembatas arus

Dalam sirkit bantu dibumikan atau tak dibumikan, dengan keluaran sinyal pembatas arus atau kondisi proteksi terhadap hubung pendek yang dikontrol secara elektronik, secara sendiri-sendiri, sirkit sinyal harus didiskoneksi dalam 5 detik jika masing-masing tindakan bekerja. Dalam kasus khusus dapat disyaratkan diskoneksi yang lebih cepat.

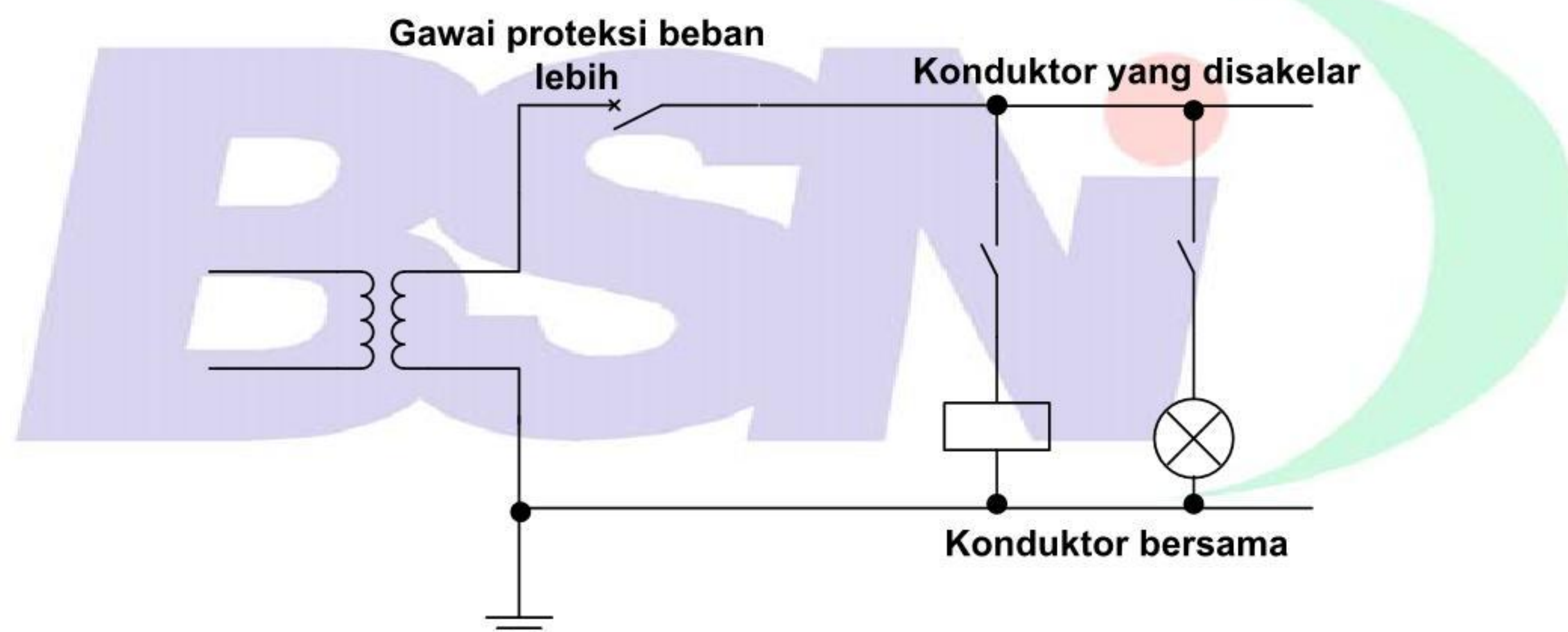
Untuk keluaran sinyal pembatas arus atau proteksi output sinyal dikontrol secara elektronik, secara sendiri-sendiri, diskoneksi suplai otomatis dapat dihilangkan jika situasi yang membahayakan hampir tidak mungkin terjadi.

557.6.5 Hubungan ke sirkit utama

557.6.5.1 Sirkit bantu tanpa hubungan langsung ke sirkit utama

Penggerak listrik, misal penggerak relai, kontaktor, cahaya pensinyalan, gawai pengunci elektromagnetis, harus dihubungkan ke konduktor bersama (lihat Gambar 557.4):

- dalam sirkit dibumikan, pada konduktor (bersama) yang dibumikan;
- dalam sirkit bantu tak dibumikan, pada konduktor bersama.



Gambar 557.4 – Konfigurasi sirkit bantu

Pengecualian: Elemen penyakelaran relai proteksi, misal relai arus lebih, yang mungkin dipasang diantara konduktor dibumikan atau tak dibumikan dan kumparan, dengan ketentuan

- hubungan ini diwadahi di dalam selungkup bersama, atau
- mengarah ke penyederhanaan gawai kontrol eksternal, misal bar konduktor, drum kabel, konektor multi, dan memperhitungkan persyaratan 557.3.6.2.

557.6.5.2 Sirkit bantu dengan hubungan langsung ke sirkit utama

Jika sirkit bantu

- disuplai diantara dua konduktor lin (misal L1 dan L2 dari sistem IT), harus digunakan kontak penyakelaran dua kutub;

- b) dihubungkan ke netral titik utama yang dibumikan, berlaku persyaratan PUIL 2011 Bagian 4-43.

557.6.6 Hubungan tusuk (*plug-in*)

Kemampusalingtukaran di antara hubungan multi tusuk diizinkan hanya bila tidak mengakibatkan kerusakan mekanis atau menimbulkan risiko kebakaran, kejutan listrik atau luka pada orang.

CATATAN 1 Hubungan tusuk ini membentuk bagian sirkuit bantu dan dapat mengalirkan sinyal yang berbeda.

CATATAN 2 Proteksi terhadap kemampusalingtukaran dapat diperoleh dengan penandaan, polarisasi, desain atau silih kunci elektronik.

Konektor harus diamankan dengan sarana pencegahan diskoneksi yang tidak diharapkan.

557.7 Keselamatan fungsional

Bila ada sistem terkait keselamatan seturut dengan seri IEC 61508 atau standar yang setara, semua spesifikasi dan persyaratan pemasangan dalam petunjuk pabrikan untuk sistem terkait keselamatan harus diikuti.

557.8 Kompatibilitas elektromagnetis (EMC)

Untuk memenuhi persyaratan EMC, semua persyaratan spesifikasi dan pemasangan dalam petunjuk pabrikan untuk EMC harus diikuti.

559 Lumener dan instalasi pencahayaan

559.1 Ruang lingkup

Persyaratan yang utama dari ayat ini berlaku untuk pemilihan dan pemasangan lumener dan instalasi pencahayaan yang dimaksudkan menjadi bagian instalasi magun.

Tambahan persyaratan untuk jenis spesifik instalasi pencahayaan dicakup dalam:

- SNI IEC 60364-7-702 untuk instalasi di kolam renang dan air mancur;
- SNI IEC 60364-7-711 untuk instalasi di pameran, pertunjukan dan stan;
- SNI IEC 60364-7-713 untuk instalasi listrik di furnitur;
- SNI IEC 60364-7-714 untuk instalasi pencahayaan di luar ruang;
- SNI IEC 60364-7-715 untuk instalasi pencahayaan voltase ekstra rendah.

Persyaratan ayat ini tidak berlaku untuk:

- lampu petunjuk voltase tinggi yang disuplai pada voltase rendah (disebut tabung neon);

CATATAN 1 Persyaratan untuk lampu petunjuk voltase tinggi yang disuplai pada voltase rendah (disebut tabung neon) tercakup dalam IEC 60598-2-14.

- instalasi lampu petunjuk dan tabung luah bercahaya yang beroperasi dari voltase output tanpa-beban pengenal lebih dari 1 kV, tapi tidak melebihi 10 kV;

- pencahayaan hias temporer.

CATATAN 2 Persyaratan keselamatan untuk luminer dicakup dalam seri IEC 60598.

559.2 Istilah dan definisi

Untuk keperluan ayat ini, berlaku istilah dan definisi umum dari PUIL Bagian 1, seri IEC 60598, IEC 60050-195, IEC 60050-826 dan IEC 60570 berikut.

559.2.1

luminer (*luminaire*)

aparatus yang mendistribusi, menyaring atau mentransformasi cahaya yang dipancarkan dari satu atau lebih lampu dan yang mencakup, kecuali lampu-lampu itu sendiri, semua bagian yang diperlukan untuk memagun dan melindungi lampu dan, bila diperlukan, sirkit yang membantu bersama dengan sarana untuk menghubungkan mereka ke suplai listrik

[IEC 60050-845:1987, 845-10-01]

559.2.2

stan pameran untuk luminer (*display stands for luminaires*)

stan permanen dalam ruang penjualan atau bagian ruang penjualan, yang digunakan untuk memamerkan luminer

CATATAN Item berikut tidak dianggap sebagai stan pameran:

- stan pekan raya perdagangan, dimana luminer tetap dihubungkan selama pekan raya;
- panel eksibisi temporer dengan luminer dihubungkan secara permanen;
- panel eksibisi dengan julat luminer yang dapat dihubungkan dengan gawai tusuk (*plug-in*).

559.3 Persyaratan umum untuk instalasi

Lumener harus dipilih dan dipasang seturut dengan petunjuk pabrikan dan harus memenuhi seri IEC 60598. Sistem *track* suplai listrik untuk lumener harus memenuhi persyaratan IEC 60570.

CATATAN 1 Mengacu kepada 512.1.5 terkait dengan kompatibilitas sedemikian antara lampu dan gawai kendali. Selama proses instalasi lumener, sekurang-kurangnya item-item berikut harus dipertimbangkan:

- arus start;
- arus harmonik;
- kompensasi;
- arus bocor;
- arus penyulutan primer;
- ketahanan terhadap dip voltase.

CATATAN 2 Berkaitan dengan pemilihan gawai proteksi dan kendali yang benar, informasi tentang arus-arus yang relevan pada semua frekuensi yang dibangkitkan oleh lampu dan untuk semua arus transien harus diberikan.

CATATAN 3 Lihat Lampiran A untuk penjelasan simbol-simbol yang digunakan dalam lumener, dalam perangkat kendali untuk lumener dan dalam instalasi lumener.

Untuk keperluan ayat ini, luminer tanpa transformator/converter dan digunakan dengan lampu votase rendah ekstra (ELV) dan dihubungkan secara seri, harus dianggap sebagai peralatan voltase rendah dan bukan sebagai peralatan ELV. Luminer ini harus peralatan klas I atau klas II.

Luminer yang dipasang dalam *pelmet* atau elemen bangunan yang dekoratif atau artistik lainnya, harus dipilih dan dipasang sedemikian sehingga tidak terpengaruh secara negatif oleh keberadaan dan/atau operasi korden atau kerey dan harus tidak menimbulkan risiko kebakaran atau kejut listrik dalam penggunaan normal.

559.4 Proteksi sekeliling terhadap efek termal

Dalam pemilihan dan pemasangan luminer, radiasi efek termal dan konveksi energy disekelilingnya, harus diperhitungkan, mencakup;

- a) daya maksimum diizinkan yang didisipasi oleh lampu;

CATATAN 1 Daya maksimum diizinkan yang didisipasi oleh lampu, dapat dilihat pada luminer

- b) ketahanan terhadap bahang bahan di dekatnya:

- di titik instalasi,
- dalam area yang dipengaruhi secara termal;

- c) jarak minimum bahan mudah terbakar, termasuk yang dalam jalur sorotan lampu sorot;

- d) tanda yang relevan pada luminer.

CATATAN 2 Lihat Lampiran A untuk simbol dan tanda efek termal.

CATATAN 3 Penggunaan glow-starters menurut IEC 60155, direkomendasikan.

Persyaratan tambahan terkait proteksi terhadap efek termal untuk luminer dapat ditemukan dalam 422.3 dan 422.4.

559.5 Sistem perkawatan untuk instalasi pencahayaan

559.5.1 Hubungan ke perkawatan magun

Sistem perkawatan harus diterminasi dalam

- kotak, yang harus memenuhi dengan bagian relevan dengan SNI IEC 60670; atau
- outlet Gawai untuk menghubungkan luminer (DCL) menurut IEC 61995 dipasang dalam kotak; atau
- peralatan listrik yang didesain untuk dihubungkan ke sistem perkawatan secara langsung.

559.5.2 Memagun luminer

Harus dipastikan bahwa tersedia sarana yang memadai untuk memagun luminer ke elemen yang stabil dari konstruksi.

Sarana pemagun dapat berupa lengkapan mekanis (misal cantolan atau sekrup), kotak atau selungkup yang mampu menopang luminer (SNI IEC 60670-21) atau gawai penopang untuk menghubungkan luminer.

Sarana pemagun harus mampu menopang beban tidak kurang dari 5 kg. Bila bobot luminer lebih dari 5 kg, pemasang harus memastikan bahwa sarana pemagun mampu menopang bobot luminer tersebut.

Pemasangan sarana pemagun harus seturut dengan petunjuk pabrikan.

Bobot luminer, kotak, sarana pemagunnya dan lengkapan akhirnya harus kompatibel dengan kapabilitas mekanis struktur penyangganya.

CATATAN 1 Dalam kondisi ini, plafon atau plafon penggantung dapat dipertimbangkan sebagai elemen konstruksi yang stabil dan konsekuensinya luminer dapat dimagun padanya.

Sembarang kabel atau snur diantara sarana pemagun dan luminer harus dipasang sedemikian sehingga setiap regangan/stres dalam konduktor, terminal dan terminasi yang diperkirakan tidak akan merusak keselamatan instalasi.

CATATAN 2 Lihat juga 522.8 Amand. PUIL 2011 Bagian 5-52.

559.5.3 Perkawatan yang menembus

Pemasangan perkawatan yang menembus dalam luminer hanya diperbolehkan untuk luminer yang didesain untuk perkawatan yang menembusnya.

Bila gawai penghubung disyaratkan tapi tidak disediakan bersama luminer yang didesain untuk perkawatan yang menembus, gawai penghubung harus

- digunakan terminal untuk hubungan ke suplai menurut IEC 60998, atau
- digunakan kopler pemasangan untuk hubungan perkawatan yang menembus menurut IEC 61535, atau
- gawai hubung lain yang sesuai dan cocok.

Kabel untuk perkawatan yang menembus harus dipilih seturut dengan informasi suhu, jika tersedia, pada luminer atau pada lembar petunjuk pabrikan:

- untuk luminer yang sesuai dengan IEC 60598, tapi dengan penandaan suhu, harus digunakan kabel yang cocok dengan suhu yang ditandakan;
- untuk luminer yang sesuai dengan IEC 60598, tapi tanpa penandaan suhu, kabel yang tahan bahang tidak disyaratkan, kecuali jika ditentukan dalam petunjuk pabrikan.

CATATAN Penandaan suhu pada luminer mengindikasikan suhu maksimum menurut Tabel 12.2

IEC 60598-1:2008 dan ditandakan dengan simbol  (lihat Lampiran A).

559.5.4 Gawai untuk hubungan ke suplai

Jika luminer tidak menyediakan gawai penghubung untuk hubungan ke suplai, gawai penghubung harus:

- digunakan terminal untuk hubungan ke suplai menurut IEC 60998; atau
- tusuk kontak Gawai untuk menghubungkan luminer (DCL) menurut IEC 61995; atau
- digunakan kopler instalasi untuk hubungan ke suplai menurut IEC 61535; atau
- gawai hubung lain yang sesuai dan cocok.

CATATAN Untuk pemasangan kabel suplai, lihat juga Amandemen PUIL 2011, Bagian 5-52.


559.5.5 Kelompok luminer

Kelompok luminer, yang dibagi antara tiga konduktor lin sirkit trifase dengan hanya satu konduktor netral bersama, harus disediakan dengan sekurang-kurangnya satu gawai diskoneksi semua konduktor lin secara simultan.



CATATAN Lihat juga Ayat 536 PUIL Bagian 5-53:2011.

559.6 Peralatan kendali lampu independen, misalnya ballas

Hanya perangkat kendali lampu independen yang ditandai sesuai untuk penggunaan independen menurut standar relevan, harus digunakan di luar luminer.

CATATAN Biasanya simbol yang dikenal adalah:  ballas independen 5138 IEC 60417.

Hanya yang berikut diizinkan untuk dipasang pada permukaan yang mudah menyala:

- ballas/ transformator yang diproteksi secara termal “klas P”, ditandai dengan simbol;
 atau
- ballas/transformator yang diproteksi secara termal dengan suhu yang dinyatakan, ditandai dengan simbol .

559.7 Kapasitor kompensasi

Kapasitor kompensasi yang mempunyai kapasitans total melebihi 0,5 μF harus hanya digunakan bersama-sama dengan resistor luah seturut dengan persyaratan IEC 61048:2006

559.8 Proteksi terhadap kejut listrik untuk stan pameran untuk luminer

Proteksi terhadap kejut listrik harus disediakan dengan:

- suplai SELV atau PELV, atau
- GPAS yang mempunyai arus operasi sisa pengenalan tidak melebihi 30 mA, yang memberikan diskoneksi otomatis suplai menurut Ayat 411 dan proteksi tambahan menurut 415.1.

559.9 Efek stroboskopik

Dalam hal pencahayaan untuk kompleks dimana mesin dengan bagian bergerak beroperasi, harus dipertimbangkan efek stroboskopik yang dapat memberikan pengaruh menyesatkan bagian bergerak menjadi stasioner. Efek tersebut dapat dihindari dengan memilih peralatan kendali lampu yang sesuai (misal, perangkat kendali elektronik frekuensi tinggi).

559.10 Luminer yang dipasang di tanah


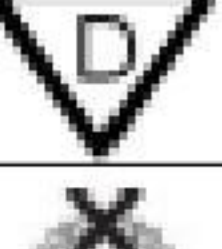
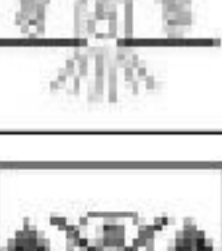
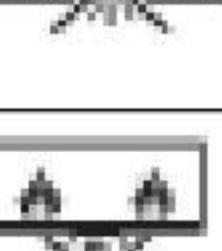




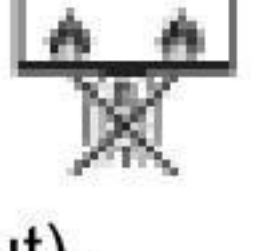






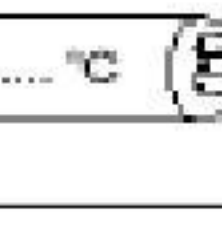
Persyaratan sebagaimana diberikan dalam Tabel A.1 IEC 60598-2-13:2006 harus dipenuhi oleh pemilihan dan pemasangan luminer yang dipasang di tanah.

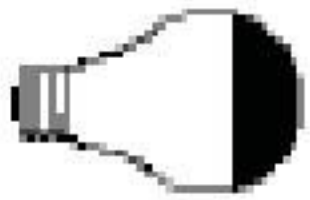



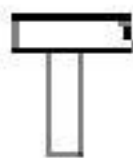


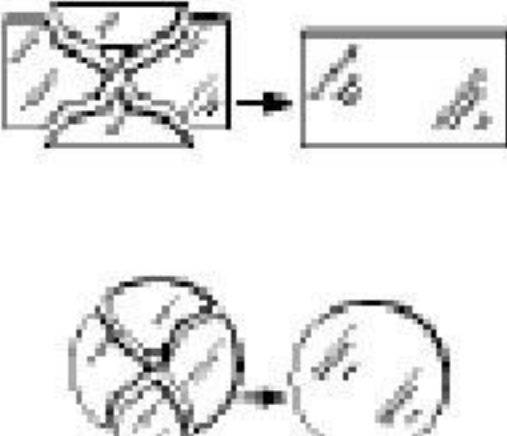
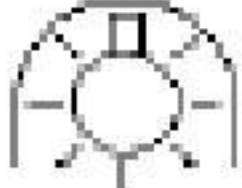



Lampiran A

(informatif)

Penjelasan simbol yang digunakan pada luminer, pada perangkat kendali untuk luminer dan pada pemasangan luminer

	Transformator isolasi keselamatan (inheren atau noninheren) tahan hubung pendek (IEC 61558-2-6:2009)
	Luminer dengan suhu permukaan terbatas (IEC 60598-2-24:1997)
	Luminer yang tidak cocok untuk penutup dengan bahan insulasi termal (IEC 60598-1:2008)
	Luminer berongga yang tidak cocok untuk pemasangan langsung pada permukaan yang biasanya mudah terbakar (IEC 60598-1:2008)
	Luminer terpasang permukaan yang tidak cocok untuk pemasangan langsung pada permukaan yang biasanya mudah terbakar (IEC 60598-1:2008)
	<p>Luminer yang cocok untuk pemasangan langsung pada permukaan yang biasanya mudah terbakar (IEC 60598-1:2008)</p> <p>CATATAN Luminer yang cocok untuk pemasangan langsung pada permukaan yang biasanya mudah terbakar (IEC 60598-1:2008) semula ditandai dengan simbol  menurut IEC 60598-1:2003 (edisi ke 6). Dengan standar IEC 60598-1:2008 (edisi ke 7), luminer yang cocok untuk pemasangan langsung tidak mempunyai penandaan khusus dan hanya luminer yang tidak cocok untuk pemasangan pada permukaan yang biasanya mudah terbakar ditandai dengan simbol  dan/atau  (lihat Ayat N.4 IEC 60598-1:2008 (edisi ke 7) untuk penjelasan lebih lanjut).</p>
	Balast independen IEC 60417-5138 (2011-01)
	Konverter dengan pembatasan suhu 110 °C
	Balast independen untuk pemasangan pada permukaan yang biasanya mudah terbakar (IEC 61347-1:2007)
	Luminer yang tidak cocok untuk pemasangan langsung pada permukaan yang mudah terbakar (hanya cocok untuk permukaan yang tidak mudah terbakar) (IEC 60598-1:2003, edisi ke 6)
	Luminer yang cocok untuk pemasangan langsung dalam/pada permukaan yang biasanya mudah terbakar bila bahan insulasi termal dapat menutup luminer (IEC 60598-1:2003, edisi ke 6)
	Balast/transformator diproteksi termal (kelas P) (IEC 61347-1:2007)
	Penggunaan kabel tahan api untuk suplai, interkoneksi atau perkawatan eksternal (jumlah konduktor kabel adalah opsional) (Seri IEC 60598)

	Luminer yang didesain untuk penggunaan dengan lampu cermin mangkok (Seri IEC 60598)
	Suhu ambien maksimum pengenal (Seri IEC 60598)
	Peringatan terhadap penggunaan lampu sorot dingin (<i>cool-beam lamps</i>) (Seri IEC 60598)
	Jarak minimum ke benda yang dicahayai (m) (Seri IEC 60598)
	Luminer yang cocok untuk kondisi penggunaan ganas (Seri IEC 60598)
	Luminer untuk penggunaan dengan lampu sodium tekanan tinggi yang mensyaratkan sistem penyulutan eksternal (Seri IEC 60598)
	Luminer untuk penggunaan dengan lampu sodium tekanan tinggi yang mensyaratkan sistem penyulutan internal (Seri IEC 60598)
	Ganti setiap skrin proteksi yang retak (persegi) atau (bundar) (Seri IEC 60598)
	Luminer yang didesain hanya untuk penggunaan lampu halogen tungsten swalindung (Seri IEC 60598), dan lampu yang dapat digunakan pada luminer terbuka
	Lampu yang hanya dapat digunakan pada luminer terproteksi

Bibliography

- IEC 60050-845:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 845: Lighting*
- IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*
- IEC 60155:1993, *Glow-starters for fluorescent lamps*
- IEC 60204 (all parts), *Safety of machinery*
- IEC 60309 (all parts), *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*
- IEC 60332-1-1:2004, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Apparatus*
- IEC 60332-1-2:2004, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Procedure for 1 kW pre-mixed flame*
- IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristic, definitions*
- IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations - Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetis disturbances*
- IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*
- IEC 60598-1:2008, *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*
- IEC 60598-2-14, *Luminaires – Part 2-14: Particular requirements – Luminaires for cold cathode tubular discharge lamps (neon tubes) and similar equipment*
- IEC 60598-2-24:2009, *Luminaires – Part 2-24: Particular requirements – Luminaires with limited surface temperatures*
- IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
- IEC 61241 (all parts), *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust*
- IEC 61347-1:2007, *Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements*
- IEC 61508-4:2010, *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety related systems – Part 4: Definitions and abbreviations*
- IEC 61557-12, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c.– Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 12: Performance measuring and monitoring devices (PMD)*
- IEC 61558-2-6:2009, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for*

safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers

IEC 61936 (all parts), *Power installations exceeding 1 kV a.c.*

IEC 61995 (all parts), *Devices for the connection of luminaires for household and similar purposes*

BS67, *Specification for ceiling roses*

BS6972, *Specification for general requirements for luminaire supporting couplers for domestic, light industrial and commercial use*

BS7001, *Specification for interchangeability and safety of a standardized luminaire supporting coupler*

BS EN 50438, *Requirements for the connection of micro-generators in parallel with public low-voltage distribution networks*

BS EN 60598, *Luminaires. General requirements and*

BS 1363-2, *13 A plugs, socket-outlets and adaptors. Specification for 13 A switched and unswitched socket-outlets*

BS546, *Specification for aluminium and aluminium alloys*

BS EN 60309-2, *Plugs, socket-outlet and couplers for industrial purposes. Dimensional interchangeability requirements for pin and contact-tube accessories*

BS5733, *Specification for general requirements for electrical accessories*

BS 1363-4, *13 A plugs, socket-outlet and adaptors. Specification for 13 A fused connection units switched and unswitched*

BS 4662, *Specification for boxes for the enclosure of electrical accessories*

DIN VDE 0710-14, *Luminaires with operating voltages below 1 000 V; Luminaires for building-in into furniture*